

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-187438

(43)Date of publication of application : 03.08.1988

(51)Int.Cl. G11B 11/10  
G11B 7/135

(21)Application number : 62-018366

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 30.01.1987

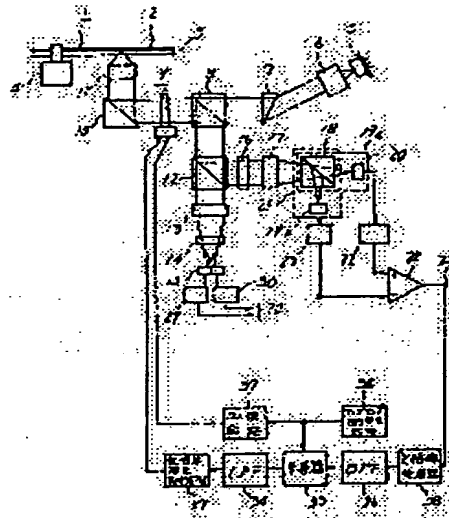
(72)Inventor : SASAKI TORU  
GOTO NORIO  
OTSUKA YASUO  
KATASE YOSHIHIRO

## (54) MAGNETO-OPTICAL REPRODUCER

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To improve the carrier noise (CN) ratio by using a phase difference correction means so as to correct an ununiform phase difference caused when a laser beam is made incident and reflected on/from an optical information recording medium.

**CONSTITUTION:** The phase correction means is provided in an optical path of a laser beam radiated from the optical information recording medium 1. The phase difference correction means 9 is controlled by a control means so as to cancel the phase difference caused in the optical information recording medium 1. Thus, the ununiform phase difference caused when a laser beam is made incident and reflected on/from the optical information recording medium is corrected and the laser light led to the optical information recording medium 1 and photodetectors 15, 19a, 19b is made to be nearly a linearly polarized light thereby maximizing the reproduced signal amplitude. Moreover, the carrier noise (CN) ratio is improved.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭63-187438

⑪ Int. Cl.<sup>4</sup>G 11 B 11/10  
7/135

識別記号

庁内整理番号

Z-8421-5D  
Z-7247-5D

⑬ 公開 昭和63年(1988)8月3日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

⑭ 発明の名称 光磁気再生装置

⑮ 特 願 昭62-18366

⑯ 出 願 昭62(1987)1月30日

⑰ 発 明 者 佐々木 徹 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所家電研究所内

⑱ 発 明 者 後藤 典雄 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所家電研究所内

⑲ 発 明 者 大塚 康男 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所家電研究所内

⑳ 発 明 者 片瀬 順弘 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所家電研究所内

㉑ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉒ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

## 明 細 書

## 1 発明の名称

光磁気再生装置

## 2 特許請求の範囲

1 直線偏光光源と、該直線偏光光源から発射された光束を、該光学的情報記録媒体に照射する対物レンズと、該光学的情報記録媒体で透過または反射された光束を、光検出系に分離するビームスプリッタと、該ビームスプリッタで分離された光束が入射する光検出器を備えた光磁気再生装置において、該光学的情報記録媒体と該光検出器までの光路中に、該直線偏光光源から発射された光束の少なくとも2つ以上の部分光束に、異なる位相差を与える位相差補正手段を設けたことを特徴とする光磁気再生装置。

2 特許請求の範囲第1項に記載の光磁気再生装置において、該位相差補正手段から生ずる位相差量を制御する制御手段を設け、該直線偏光光源から発射された光束のすべての部分光束の位相差がほぼ等となるように該位相差補正手段を

駆動することを特徴とする光磁気再生装置。

## 3 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は光磁気再生装置に係り、特にディスク基板の複屈折による位相差を相殺するのに好適な光学ヘッドを備えた光磁気再生装置に関するものである。

〔従来の技術〕

従来の光磁気再生装置は、第46回応用物理学会学術講演会、講演予稿集2P-ZP-3に記載のように、光学的情報記録媒体からの反射光路中のビームスプリッタと検光子の間に、複屈折性のある光学素子やディスクで生ずる位相差を補償するための位相板が設けられている。

また、光学ヘッドに位相板を設けたものの例として、他に特開昭59-129950号公報がある。この公報に記載された光磁気再生装置においては、位相板として1/4波長板が用いられている。該1/4波長板は、レーザ光が該位相板を往復することによって、偏光方向を90°回転させ、ディスク

の反射光がレーザ光源に帰還してレーザノイズが発生するのを防止する目的で用いられている。

〔発明が解決しようとする問題点〕

上記した従来技術のうち、第46回応用物理学学会学術講演会、講演予稿集2P-ZP-3では、光束中で均一な位相差を生ずる位相差板によるディスク、光学素子等の位相補償について述べられている。しかし、厚さ方向に屈折率の異方性が生じたディスク基板に、レーザ光を対物レンズ等により集光させた場合、ディスクから出射したレーザ光の位相差はその光束中で不均一となり、その結果、C/N比の向上効果が十分に得られないといった問題があるが、この問題については何らの配慮がなされていなかった。

また、特開昭59-129950号公報に記載された光磁気再生装置では、位相差板の結晶軸と、レーザ光の偏光方向とを45°に設定し偏光ビームスプリッタと組み合わせることにより反射光を検出系に分離するためのものであり、上述した様なレーザ光の位相差を補償するためのものではない。

ができる。また、この結果、C/N比を向上することができる。

〔実施例〕

以下、図面を参照して本発明の実施例につき説明する。

第1図は、本発明の一実施例としての光磁気再生装置を示したブロック図を示す。本実施例ではディスクにおいて光が反射される場合を例にとり説明する。

この図において、1は、光反射性の磁性記録膜2およびカバーガラス3を有する光磁気ディスクであり、モータ4によって回転する。記録信号を再生する時には、直線偏光光源である半導体レーザ5から出るレーザ光はコリメートレンズ6により平行光とされ、ビーム整形プリズム7でほぼ円形の光強度分布に整形された後、ビームスプリッタ(偏光子)8に入射する。ここで、偏光子8はレーザ光源5から出射される直線偏光の偏光方向をP(またはS)偏光とすると、入射する光のS(またはP)偏光成分はほぼ全反射するように配

本発明の目的は、上記した従来技術の問題点を解決し、ディスクで生ずる光束中の不均一な位相差を補正することのできる光磁気再生装置を提供することにある。

〔問題点を解決するための手段〕

上記目的は、光学的情報記録媒体から出射するレーザ光の光路中に位相差補正手段を設け、該光学的情報記録媒体からの出射光を光検出器に導き、該位相差補正手段で生ずる位相差と、該光学的情報記録媒体で生ずる位相差が相殺するように、該位相差補正手段を制御する制御手段とにより、達成される。

〔作用〕

前記位相差補正手段は、前記制御手段によつて光学的情報記録媒体で生ずる位相差を相殺するように制御される。したがって、光学的情報記録媒体にレーザ光が入射および反射する際に生ずる不均一な位相差を補正することができ、光学的情報記録媒体および光検出器に導かれるレーザ光をほぼ直線偏光にし、再生信号振幅を最大にすること

置されている。このため、該偏光子8はP(またはS)偏光成分の一部を反射し、残りを透過する。

このうちの透過レーザ光は、さらに位相差補正手段9およびミラー10を介して、対物レンズ11により集光され、カバーガラス3を透過して記録膜2に照射される。このとき、記録膜2に照射されたレーザ光は、カー効果によつて、記録膜2の記録部および未記録部の磁気モーメントの配向状態により偏光面が角度 $\theta_k$ (または $-\theta_k$ )だけ変化する。

記録膜2からの反射光は、再び、カバーガラス3を透過したのち、対物レンズ11で平行光に戻り、ミラー10および位相差補正板9を介して、第1の偏光子8で、S(またはP)偏光成分は全反射され、P(またはS)偏光成分は一部は反射され、残りは透過される。この反射光は、さらに、第2のビームスプリッタ(偏光子)12より、偏光子8と同様にS(またはP)偏光成分はほぼ全て反射され、P(またはS)偏光成分は一部は反射され、残りは透過される。

ここで、透過したレーザ光は、凸レンズ13で集光され、円柱レンズ14を介してサーボ用検出器15に入射する。このサーボ用光検出器15は、その検出方法に応じて複数に分割されており、プリアンプ29, 30を経た後、出力信号70として取り出される。この出力信号70は、信号処理によりフォーカス誤差信号およびトラッキング誤差信号となり、対物レンズ11は該誤差信号によりディスク1上にレーザ光が正確に位置決めされるように、その位置を制御される。

一方、第2の偏光子12で反射したレーザ光は、 $1/2$ 波長板16、凸レンズ17を介して、偏光ビームスプリッタ(検光子)18に入射して2分岐される。2分岐されたレーザ光のうち、一方の光は第1の光検出器19aに入射し、また、もう一方の光は第2の光検出器19bに入射し、それぞれの光電変換系20, 21を経て電気信号へ変換される。さらに、これらの光検出器19a, 19bで検出された信号は、プリアンプ22および23で増幅され、差動回路24に入力される。

いる。即ち、103および104の一方が偏光ビームスプリッタ18の透過軸である。

図に示すように、直線偏光105としてレーザ光が記録膜2に照射されると、その反射レーザ光は、磁気モーメントの配向状態にて、角度 $\theta_k$ および $-\theta_k$ の偏光面の回転を生じ、直線偏光106a, 106bとして反射される。この現象がカー効果であり、この回転角 $\theta_k$ はカー回転角と呼ばれる。さらに、本実施例では、第1図に示すように差動検出の構成をとっているため、偏光子18のP(またはS)偏光およびS(またはP)偏光面に、同一振幅の再生信号が得られるように、その偏光方向103および104は、レーザ光の偏光方向101および102に対して、約 $45^\circ$ 傾むくように $1/2$ 波長板16が配設されている。

したがって、直線偏光106a, 106bとして反射された反射レーザ光は、検光子18で2分岐されることにより、直線偏光106aは光量 $a_1^2$ と光量 $a_2^2$ として得られる。これは、図に示すように光量の振幅が $a_1$ ,  $a_2$ のとき、光量すなわち光強度はその2乗

差動回路24では、プリアンプ22または23により入力された各信号の同位相の成分が差し引かれ、同時に逆位相の成分が加算されるので、該差動回路24の出力信号25、すなわち再生信号の振幅はプリアンプ22により入力される信号の振幅と、プリアンプ23により入力される信号の振幅との和となる。

次に、この光磁気ディスク1上に記録された情報がいかんして検出されるかについて、第2図を用いて説明する。

第2図(a)は、光磁気ディスク1の記録膜2および偏光ビームスプリッタ18に入射するレーザ光が直線偏光である場合(カバーガラスや光学部品等に複屈折が無い場合)の再生信号の光量振幅を示したものである。

この図において、101および102は、レーザ光のP(またはS)偏光およびS(またはP)偏光方向を示している。又、103および104は、第1図の偏光ビームスプリッタ18におけるP(またはS)偏光およびS(またはP)偏光方向を示して

て $a_1^2$ ,  $a_2^2$ となるからである。同様に、直線偏光106bは光量 $b_1^2$ と光量 $b_2^2$ として得られる。この結果、光検出器19a, 19bで検出される光量としては、一方は、 $a_1^2$ から $b_1^2$ までの光量変化として検出され、他方は、 $b_2^2$ から $a_2^2$ までの光量変化として検出される。

ここで、直線偏光106a, 106bとして反射された反射レーザ光が検光子18で検波されるまで、直線偏光のまま偏光が保持されたとすれば、再生信号は光量 $d_1^2$ および $d_2^2$ にて検出され、DC光量 $c_1^2$ および $c_2^2$ が等しい。

次に、光磁気ディスク1に複屈折が存在し光磁気ディスク1の記録膜2、および偏光ビームスプリッタ18に入射するレーザ光が楕円偏光である場合について、第2図(b)を用いて説明する。

第2図(b)は前記レーザ光が楕円偏光である場合の再生信号の光量振幅を示したものである。この図において、第3図(a)と同一符号は同一物を示す。

レーザ光が第2図(b)に示されているような楕

円偏光107aおよび107bの場合は、同図(a)に示される直線偏光106aおよび106bに比べ、P(またはS)偏光成分が減り、その分、新たにS(またはP)偏光成分が生じ、さらに偏光面の回転を生ずる。このため検出される信号光量 $d_1^2$ および $d_2^2$ は、第2図(a)の直線偏光のときに検出される信号振幅 $d_1^2$ および $d_2^2$ に比べて小さくなり、かつ、このときのDC光量 $c_1^2$ および $c_2^2$ は等しくなる。よって、キャリア成分が減少し、ノイズ成分であるDC光量差が生じ、CN比が低下することとなる。

この円偏光107aおよび107bは、光磁気ディスク1のカバーガラス3に、レーザ光が入射および反射する際に生ずるP(またはS)偏光とS(またはP)偏光との位相差によるものが主であり、カバーガラス3の材料として、光弾性定数の大きいポリカーボネート(以後PCと記す)等のプラスチックを用いた場合、特に大きな位相差を生じる。

さらに、この位相差は、第3図(a)で示される

ように、光束の外周に位置する部分光束など、位相差は急激に増加する。

この原因は以下の理由からである。

位相差 $\theta$ は次式で与えられる。 $\theta = k \cdot n \cdot d$

ここで、 $k$ は定数、 $n$ は屈折率差、 $d$ は光路長である。つまり、第3図(a)のように、カバーガラス3に収束光301が入射する場合、①-光路長 $d$ は $\theta$ が増大するに従い長くなる。②-PC基板のように、面内方向と板厚方向の屈折率が異なるカバーガラスでは、屈折率差 $n$ は $\theta$ が増大するに従い大きくなる。

したがって、 $\theta$ が大きくなる、つまり光束の外周に位置する部分光束ほど、位相差は増大し、その位相差は、第3図(c)、(d)に示される分布となる。また、第3図(c)、(d)における曲線 $\rho$ と曲線 $h$ は、位相差の絶対値をとった場合、完全に一致していない。この原因は、PC基板の面内の屈折率がタンジェンシャル方向とラジアル方向で異なるためである。

本発明は、第2図(b)で説明したように、光磁

気再生装置において、レーザ光(平行光)300が、対物レンズ11によりディスク1に絞り込まれるため、つまり、カバーガラス3を透過する光は収束光301となっているため、ある分布を有している。

次に、上記位相差分布について、第3図(b)、(c)を用いて説明する。

第3図(b)は、レーザ光(平行光)300が対物レンズ11により、PC基板である光磁気ディスク1に微小スポットとして絞り込まれ、記録膜2で反射され再び、対物レンズ11を経て、平行光300となった時の光束を表わしている。

この図において、Dは光束径、Qは光束中心、A-A'方向はディスク1のタンジェンシャル方向、B-B'方向はディスク1のラジアル方向を示している。

第3図(c)、(d)は、第3図(b)の光束のA-A'間とB-B'間の位相差 $\theta$ を表わしたものである。この図において、曲線 $h$ はA-A'間、曲線 $\rho$ はB-B'間であり、 $\theta_0$ は光束中心における位相差つまり、面内方向の位相差を示している。この図の

気再生装置においてCN比の低下をもたらすレーザ光中の位相差が、第3図(c)(d)のように光束中で分布を有している場合においても、位相差補正手段9で補正することにより、常に第2図(a)に示すような直線偏光とし、良好な再生信号を得ようとするものである。

そこで、この位相差補正手段9につき、第4図(a)、第4図(b)を用いて説明する。本実施例では、位相差補正手段9として、結晶に電界を加えると、屈折率が変化する電気光学効果を利用して、その結晶として、三方晶系の一軸性電気光学結晶であるLiNbO<sub>3</sub>基板を用いた例を示す。

該LiNbO<sub>3</sub>等の電気光学結晶は、平行電極あるいはくし形電極により電界が印加されると電界印加方向の屈折率が電界の強弱に応じて変化する。このため電界印加方向とそれの直交方向との間に屈折率差すなわち複屈折が生じ、透過する光に位相差が生じる。また、この位相差は電界の強弱に応じて変化する。したがって、LiNbO<sub>3</sub>基板の表面に所望の電界をもつように電極群を構成すれば

透過する光束に所望の位相差分布を付与することが出来る。

第4図(a)は本実施例の位相差補正手段9の斜視構成図である。400は $\text{LiNbO}_3$ 基板である。 $\text{LiNbO}_3$ 基板400上にはネサ膜等の透明電極パターン401を蒸着により被着後フォトリソグラフ技術により複数個(図では5本)パターンニング形成してある。

また、電極パターン401間には抵抗体402を蒸着フォトリソグラフ技術により形成してあり、両端F、F'の電極は電気的に接続され、中央電極Gとの間に電圧Eが印加されている。また、抵抗体402の抵抗値は第4図(b)で示されるように、各電極間の電圧が中央電極から両端部に向けて、第3図(c)、(d)の曲線h、 $\rho$ とはほぼ等しい大きさの曲線となるように設定してある。ここで、第4図(b)における $E_F$ 、 $E_{F'}$ 、 $E_G$ は第4図(a)における電極パターンP、F'、Gに対応する電圧である。これにより位相差を中央電極から両端部にかけて第3図(c)、(d)の曲線h、 $\rho$ とはほぼ等しく変化させ

て $\text{LiNbO}_3$ を利用したが、他に、 $\text{LiTaO}_3$ などの三方晶系の一軸性電気光学結晶を用いても、本実施例と同等の位相差補正手段を構成できる。

さらに、第7図に示すように、複屈折性のある光学素子500(例えばPC)などに圧電素子501を取り付け、光弾性効果を利用し、光学素子500の応力502の分布が、第3図(c)、(d)の位相差分布と等しくなるように、圧電素子の印加電圧を制御することにより、本実施例と同等の位相差補正手段を得ることが出来る。

次に、位相差補正手段9として第4図(a)、(b)で説明した手段を使用した位相差補正方法を説明する。

第1図において、36はウオブリグ信号発生回路、37は加振回路であり、位相差補正手段9で生ずる位相差が発生する方向に位相差補正手段9の印加電圧Eをウオブリグする。38は包絡線検波器であり、差動回路24の出力から再生信号25の振幅、すなわち信号中のAC成分すなわち第2図(a)におけるd(すなわち $d_1$ 、 $d_2$ )を包絡線検波する。

ることが出来る。

したがって、上記位相差補正手段9を2つ利用すれば、第3図(c)で示されるような位相差分布をもつレーザ光も補正することが出来る。つまり、第1および第2の位相差補正手段9a、9bのそれぞれの中央電極がレーザ光束の中心となり、かつ、互いの電極パターン401が直交するように配置する。そして、第1の位相差補正手段9aの電圧Eを、第3図(c)の位相差特性(曲線 $\rho$ )の逆になるように設定し、第2の位相差補正手段9bの電圧Eを、第3図(c)の位相差特性(曲線h)の逆になるように設定することにより、位相差分布をもつレーザ光を完全に補正することが出来、良好な再生信号を得ることが出来る。

本実施例では、2つの $\text{LiNbO}_3$ 基板を、2段重ねにし各電極パターンが直交する構成としたが、複数個の $\text{LiNbO}_3$ 基板を重ね、各電極パターンがなす角度も任意の角度に選定した構成も、本実施例と同等の位相差補正手段となる。

また、本実施例においては、電気光学結晶とし

また、26はバンドパスフィルタ、33は乗算器であり、バンドパスフィルタ26の出力信号と、ウオブリグ信号発生回路36より出力されるウオブリグ信号をアナログ乗算する。さらに、34はローパスフィルタ、27は位相差補正駆動回路であり、位相差補正手段9の電圧Eを可変することにより、位相差補正を行なう。

これらの動作につき、さらに図面を用いて説明する。第5図は、再生信号振幅d、すなわち信号中のAC成分と、レーザ光中の位相差 $\delta$ の関係を示したものである。図の曲線44に示すように、レーザ光中の位相差 $\delta=0$ 、すなわち $\delta_0$ のときは振幅dが最大値となるが、位相差を生じたとき、すなわち $\delta_1$ または $\delta_2$ のときには、振幅dが減少する。

曲線44がこのような軌跡をたどるとき、レーザ光中に、 $\delta_0 \sim \delta_2$ の位相差があると、位相差補正手段9がウオブリグ信号発生回路36、および加振回路37により発生するウオブリグ信号45にて加振されると、再生信号振幅中に46~48のごときウオブリグ周波数成分を生ずる。すなわちレ

レーザー光中の位相差が( $\theta_0$ )のときには、ウォブリング信号45の振幅中心で再生信号振幅 $d$ が最大となり、位相差 $\theta$ が正、負のいずれに変化しても、振幅 $d$ が低下するため、46のような、ウォブリング信号45の2倍の周波数の信号が検出される。

これに対して、位相差が $\theta_1$ および $\theta_2$ のときは、47および48に示すように、ウォブリング信号45と同一周波数で、振幅および位相が変調された信号が検出される。この信号47および48は、曲線の傾きが異なる位相、すなわち位相差 $\theta$ の符号が異なるときに検出された信号であるため、周期に一致しているが位相が逆転している。

ところで、実際に検出される再生信号振幅 $d$ の包絡線波形は、第4図(I)に示されるように、ウォブリング周波数成分による変調を受ける。この図で111は再生信号振幅である信号中のAC成分を示す。このAC成分111は、包絡線検波器38で包絡線検波され、さらにバンドパスフィルタ26で再生信号である高周波成分、およびトラッキング、フォーカシング等の低周波成分が除去されること

115が0になるように、位相差補正駆動回路27により位相差補正手段9を制御すれば、レーザー光中の位相差 $\theta$ を $180^\circ$ の整数倍に補正することができる。

このように本発明によれば、光磁気ディスク1の記録膜2、および検光子17へ入射するレーザー光を直線偏光に補正するため、再生信号振幅 $d$ を最大に得ることができ、C/N比を向上することができる。さらに個光子8にもほぼ直線偏光に補正したレーザー光が入射するため、個光子8および12において、所定の個光特性を得ることができる。

また、補正する位相差の周波数が低い場合にはバンドパスフィルタ26をローパスフィルタとし、さらに必要に応じて、ローパスフィルタ34の後に、さらにもう1個のローパスフィルタを設けてもよい。

#### 【発明の効果】

以上、詳細に説明したように、本発明によれば、光学的情報記録媒体にレーザー光が入射および反射する時に生ずる不均一な位相差を、位相差補正手

法により、図に示すような振幅と位相が変調された信号112が検出される。したがって、この信号にはウォブリング周波数成分が含まれており、位相差 $\theta = 0$ ( $\theta_0$ )で0となり、 $\theta$ の符号によって位相が逆転している。

この信号112は、さらに図に示すウォブリング信号発生回路25により出力されるウォブリング信号113と、乗算器33にてアナログ乗算され、その結果、図に示す乗算出力、すなわち位相検波出力114が得られる。そしてこの乗算出力114から、さらにローパスフィルタ34によりウォブリング周波数成分を除去すると、図に示すような信号115が得られる。この信号115は、出力0で位相差 $\theta = 0$ ( $\theta_0$ )をよぎり、且つ位相差 $\theta$ が正または負の場合には極性が異なり、位相差量に応じて出力が増加することから、この信号115を用いて位相補正を行なうことができる。

ここで、上記した $\theta_0$ は $0^\circ$ とは限らず、 $180^\circ$ の整数倍、すなわち $n \cdot 180^\circ$ ( $n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ )であればよい。すなわち、この位相制御信号

法を用いて補正することにより、光学的情報記録媒体および検光子に入射するレーザー光をほぼ直線偏光にすることができる。このため、再生信号振幅を最大にすることができ、この結果、C/N比を向上することが出来るという大きな効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

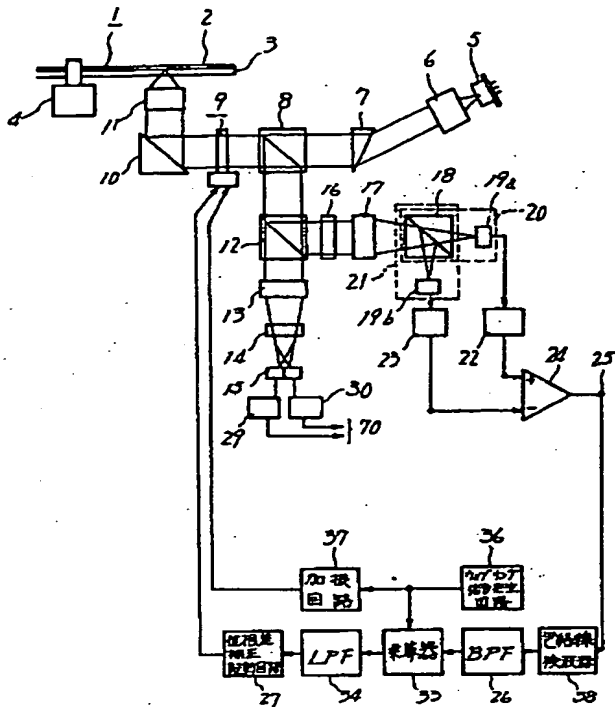
第1図は本発明の第1実施例を示す光磁気再生装置のブロック図、第2図、第3図は、光磁気ディスクで生ずる位相差分布の説明図、第4図は前記第1実施例の位相差補正手段の一具体例の斜視図、第5図、第6図は位相補正の制御手段の特性を示す図、第7図は前記位相差補正手段の他の具体例の平面図である。

1-光磁気ディスク、2-記録膜、3-カバーガラス、9-位相差補正手段、11-対物レンズ、17-検光子、105, 106-直線偏光、107, 108-円偏光、400-LiNbO<sub>3</sub>基板。

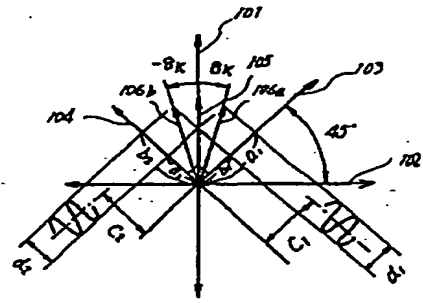
代理人弁理士 小川 勝 男



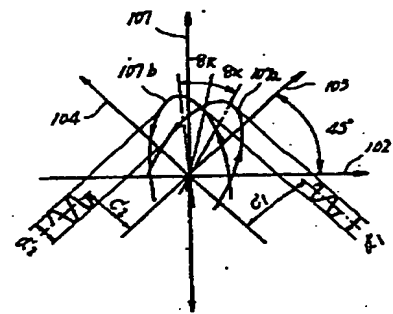
第 1 圖



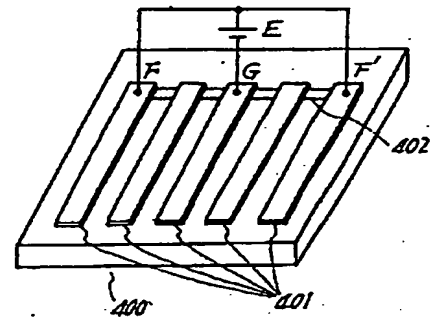
第 2 圖 (a)



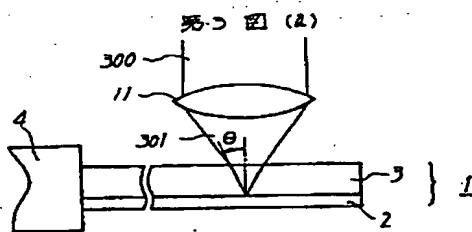
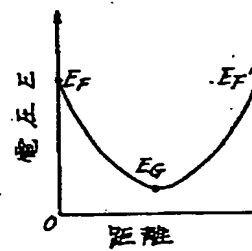
第 2 圖 (b)



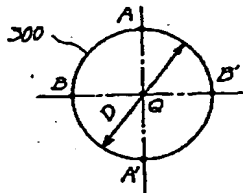
第 4 圖 (a)



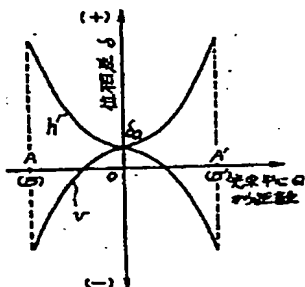
第 4 圖 (b)



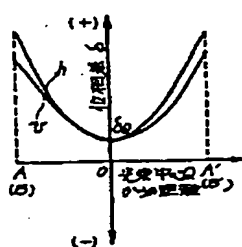
第 3 圖 (b)



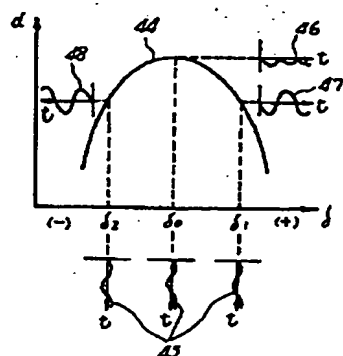
第 3 圖 (c)



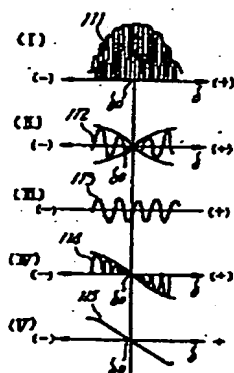
第 3 圖 (d)



第 5 図



第 6 図



第 7 図

